

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yuichiro Yamazaki
Serial No.:
Conf. No.:
Filed: February 11, 2004
For: MAGNETIC DISK APPARATUS, READ
GATE OPTIMIZATION METHOD AND
PROGRAM
Art Unit:
Examiner:

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to: MS Patent Application, Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.

Feb. 11, 2004
Date


Express Mail No. EV032731430US

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant claims foreign priority benefits under 35 U.S.C. 119 on the basis of the foreign application identified below:

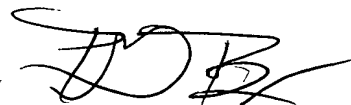
Japanese Patent Application No. 2003-136868, filed May 15, 2003

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

February 11, 2004

300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315
P:\DOCS\1990\69612\433817.DOC

PATENT OFFICE JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with the Office.

Date of Application : May 15, 2003
Application Number : Patent Application No. Heisei 2003-136868
Applicant (s) : FUJITSU LIMITED

December 15, 2003

Commissoner,
Japan Patent Office

Imai Yasuo

Certificate No. Toku 2003-3104010

1990.696(2)
312.360.0080

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 5 月 1 5 日
Date of Application:

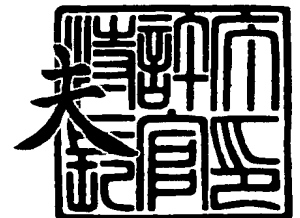
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 3 6 8 6 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 3 6 8 6 8]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 4 0 1 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 0350385

【提出日】 平成15年 5月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明の名称】 磁気ディスク装置、リードゲート最適化方法及びプログラム

【請求項の数】 5

【国際特許分類】 G06F 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 山崎 雄一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079359

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009287

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704823

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ディスク装置、リードゲート最適化方法及びプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、

前記リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部と、

を備えた磁気ディスク装置に於いて、

前記リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させながら前記データ復調部により復調されるリードデータのエラーを検出し、検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を判定して前記リードゲート発生部に設定するリードゲート最適化部を設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、前記リードゲート最適化部は、複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整部と、

前記タイミング調整部からリードゲート信号によりテストリード実行毎に前記データ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出部と、

前記エラー検出部により検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定部と、

を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載の磁気ディスク装置に於いて、

前記タイミング調整部は、前記リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間とを個別に変化させ、

前記最適時間判定部は、前記エラー検出部により検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を個別に判定して前記リードゲート発生部に設定することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 4】

セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、前記リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部とを備えた磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、

複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整ステップと、

前記タイミング調整ステップで出力されたリードゲート信号によりテストリード実行毎に前記データ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出ステップと、

前記エラー検出ステップにより検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定ステップと、
を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法。

【請求項 5】

セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、前記リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部とを備えた磁気ディスク装置内蔵のコンピュータに、

複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード

終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整ステップと、
前記タイミング調整ステップで出力されたリードゲート信号によりテストリード実行毎に前記データ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出ステップと、
前記エラー検出ステップにより検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定ステップと、
を実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リードゲートの設定により媒体読出し信号からリードデータを復調する磁気ディスク装置、リードゲート最適化方法及びプログラムに関し、特に、テストリードの実行によりリードゲートの開始と終了のタイミングを最適化する磁気ディスク装置、リードゲート最適化方法及びプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、磁気ディスク装置において、媒体に記録されたサーボ情報の読取信号から得られたセクタパルスを基準にリードゲート信号を発生してリード実行時間を決めており、通常、リード実行時間は媒体どの場所においても一定である。これは磁気ディスク装置そのもののフォーマットが媒体のどのデータエリアにあっても常に一定であるからである。

【0003】

具体的な例としては、シンクバイト部（SB部）が4バイト、データ部（Data）が512バイト、ECC部が30バイトとなるフォーマットの場合、

$$\begin{aligned}\text{リード時間} &= \text{PLO} + \text{SB} + \text{Data} + \text{ECC} + \alpha \\ &= (\text{PLO} + 546 + \alpha) \text{ バイト} \quad \sim \quad (1)\end{aligned}$$

となる。ここで、P L O はリードチャネルの A G C 及び P L L が必要な引き込み時間、 α はパイプラインによる時間（通常はマイナス）である。

【0004】

リードを開始する時間は、上位側でコントロールしており、例えばハードディスクコントローラ（H D C）内に持つ。ハードディスクコントローラ内では、サーボ情報を示すウィンドウ（サーボゲート）により、ライト及びリードのタイミングを制御するための基準クロックであるセクタパルスを生成しており、リードゲート信号が立上るリード開始時間はセクタパルスを基準に決められる。

【0005】

リード開始時間は、媒体に書かれたデータを最適な位置からリードするために決定される値であり、この値を決める要素としては、先に挙げたリードチャネル内の A G C 及び P L L の引き込みに必要な時間、ヘッド I C の書き込み時のレイ時間、リードチャネルのエンコード遅延時間、ライトヘッドとリードヘッドのギャップ距離等が挙げられる。一方、リードゲート信号が立下るリード終了時間は、リード開始時間から（1）式のリード時間後となる。

【0006】

従来の磁気ディスク装置においては、リード開始時間はセクタパルスを基準とし、予め決められたタイミングからリードを開始し、そこから一定時間後にリードを終了するというのが、通常用いられている手法である。

【0007】

また、最近では、ゾーン・ビット・レコーディング（Z o n e B i t R e c o r d i n g）方式として、半径方向を数ゾーンに分割して、転送レートを変えて記録することが多い。この場合でも磁気ディスク装置内は、媒体のどのエリアであっても予め決められたセクタフォーマットに応じ設定されているため、セクタフォーマットが一定である限りリード時間は一定である。

【0008】

【特許文献1】

特開平 11-31358 号公報

【0009】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、このような従来の磁気ディスク装置においては、以下のような問題がある。

【0010】**(1) リード開始時間が規定値である時に起こり得る不具合**

ヘッドに搭載しているライトヘッドとリードヘッドのギャップが大きい場合、媒体に書き込まれるデータは時間的により遅れて書き込まれる。このため規定のリード開始時間でリードを開始すると、本来リードすべきである P L O 位置からの読み出しが出来ず、P L O が書かれていない手前の部分から早くリードを開始することになってしまう。

【0011】

この場合、書き込み前の下地のデータは通常 D C 的にイレーズされているので、リード開始時に D C イレーズの部分を読むことになり、復調 I C において自動利得制御 (A G C) が誤動作してしまう恐れがあった。

【0012】

このようなライトヘッドとリードヘッドのギャップ間距離は、データを読み書きするヘッドの特性に左右され、ヘッドの製造メーカーやウエハのばらつきなどの要素で変わってくる。

【0013】**(2) リード終了時間が規定値であることで、起こり得る不具合**

リード終了時間が規定値である場合、起こり得る現象として、媒体に書き込まれるデータが時間的に早く書き込まれてしまったときに、E C C の後の P A D 部のデータを読み取れないことが起こる。

【0014】

この場合、P A D 部は書き込んだデータの位相とは異なるデータが書かれているため、リードチャネル内のデコーダの誤訂正を招くことになる。これにより、データとしては E C C 部のミスコレクションを起こす可能性がある。媒体にデータが早く書き込まれてしまう要因としては、環境温度等によりヘッドやプリアン

プ等の特性が変化する場合がある。

【0015】

(3) フォーマット効率向上により起こりうる不具合 (PAD不足)

もう一つの要因としては、PAD部の不足により、リードすべきデータが最後まで書かれていない場合である。最近の装置では、性能向上のために必要なデータが読めた時点でリード終了時間を終了させるパイプライン処理が実施されている。

【0016】

パイプライン処理は、リード後半部の無駄な時間はなるべく無くす処理を行なっているもので、長所として、フォーマット効率の上昇とリードのパフォーマンス向上につながっている。しかし、これは裏を返せばデータ後半部のリードを確実に行なうというマージンの不足を招く。

【0017】

当然のことながら、データ部後半に十分な長さのPAD部に書かれていれば、このようなことは起きないが、近年はフォーマット効率を少しでも良くするため、このPAD部も少なくする傾向があるため、必ずしもPAD部が十分にあるとはいえなくなっている。

【0018】

このようなデータ後半部のマージン不足によりPAD後半部のデータの書かれていない部分を読んでしまい、データのエラー、この場合はECCのミスコレクションを招くことになる。

【0019】

本発明は、リード実行時間を最適化してエラーの少ない読出しを可能とする磁気ディスク装置、リードゲート最適化方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

図1は本発明の原理説明図である。本発明は、セクタパルスを基準に設定され

た所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するリードデータ復調部 76 とを備えた磁気ディスク装置を対象とし、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させながらリードデータ復調部 76 により復調されるリードデータのエラーを検出し、検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を判定してリードゲート発生部に設定するリードゲート最適化部 66 を設けたことを特徴とする。

【0021】

このようにリードゲートの開始時間の最適化を行なうことで、媒体に書かれたデータを正しくリード開始できるようになり、エラーの少ない読み出しを可能とデータを末尾まで確実にリードできる。またリード終了時間を最適化することで、パイプライン処理によりリード処理がパイプライン処理なしの時に比べ早く終わっている場合にも、媒体のデータを正しい位置までリードすることができ、例えば、P A D以降に書かれないゴミデータを読むことがなくなり、その結果、E C Cミスコレクションを防止する。

【0022】

リードゲート最適化部は、複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させてリードデータ復調部 76 に出力するタイミング調整部 70 と、タイミング調整部 70 からリードゲート信号によりテストリード実行毎にリードデータ復調部 76 で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出部 72 と、エラー検出部 72 により検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定してリードゲート発生部に設定する最適時間判定部 74 とを備えたことを特徴とする。

【0023】

タイミング調整部 70 は、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間とを個別に変化させ、最適時間判定部 74 は、エラー検出部 72 により検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を個別に判定してリー

ドゲート発生部に設定する。

【0024】

タイミング調整部70は、リード開始時間及びリード終了時間を、デフォルト値を中心に前後に所定時間単位で変化させる。具体的にタイミング調整部70は、リード開始時間及びリード終了時間を、デフォルト値を中心に前後にリードデータの1バイト時間単位で変化させる。

【0025】

エラー検出部72は、リードデータのエラーとして、リードデータ復調部76に設けたビタビ判定部のビタビ・メトリック・マージン（VMM）を検出し、最適時間判定部74は、検出されたビタビ・メトリック・マージンが最大となるリード開始時間及びリード終了時間を判定してリードゲート発生部に設定する。このビタビ・メトリック・マージン（VMM）は、ビタビ判定部内のパスメモリの分岐失敗数をカウントしており、エラーレートに比べ少ないリードデータでエラー内容が判定できる。

【0026】

エラー検出部72は、リードデータ復調部76により復調されるリードデータのエラーレートを検出し、最適時間判定部74は、検出されたエラーレートが最小となるリード開始時間及びリード終了時間を判定してリードゲート発生部に設定する。

【0027】

本発明の磁気ディスク装置は、パワーオンスタート時に、リードゲート最適化部66を動作させてリード実行時間を最適化する。また所定のタイムスケジュールに従ってリードゲート最適化部66を動作させてもよい。更に装置内部温度等の環境条件の変化を検出した際にリードゲート最適化部を動作させることもできる。

【0028】

本発明の磁気ディスク装置は、複数の読出ヘッドを備えた場合、各ヘッド単位にリードゲート最適化部66を動作させる。また媒体をゾーン分割した場合、各ゾーン単位にリードゲート最適化部66を動作させる。

【0029】

本発明は、セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部とを備えた磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法を提供する。

【0030】

このリードゲート最適化方法として本発明は、

複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整ステップと、

タイミング調整ステップで出力されたリードゲート信号によりテストリード実行毎にリードデータ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出ステップと、

エラー検出ステップにより検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定ステップと、
を備えたことを特徴とする。

【0031】

本発明は、セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部とを備えた磁気ディスク装置内蔵のコンピュータにより実行されるプログラムを提供する。

【0032】

このプログラムは、磁気ディスク装置内蔵のコンピュータに、

複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させてデータ復調部に出力するタイミング調整ステップと、

タイミング調整ステップで出力されたリードゲート信号によりテストリード実行毎にデータ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出ステップと、

エラー検出ステップにより検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定してリードゲート発生部に設定する最適時間判定ステップと、
を実行させることを特徴とするプログラム。

【0033】

なお、本発明によるリードゲート最適化方法及びプログラムの詳細は、装置の場合と基本的に同じになる。

【0034】

【発明の実施の形態】

図2は、本発明が適用される磁気ディスク装置であるハードディスクドライブ(HDD) 10のブロック図である。

【0035】

図2において、ハードディスクドライブ10はディスクエンクロージャ12とコントロールボード14で構成される。ディスクエンクロージャ12にはスピンドルモータ(SPM) 16とボイスコイルモータ(VCM) 18が設けられる。

【0036】

スピンドルモータ16の回転軸には磁気ディスク媒体20-1, 20-2が接続され、一定速度で回転する。ボイスコイルモータ18にはヘッドアクチュエータが装着されており、アーム先端にヘッド22-1~22-4が支持され、磁気ディスク媒体20-1, 20-2のディスク面に対し情報の読み書きを行う。

【0037】

ヘッド22-1~22-4には、ライトヘッドとリードヘッドが所定のギャップを介して一体に搭載されている。ヘッドIC24は、ヘッド22-1~22-4の各ライトヘッド及びリードヘッドを信号線接続しており、コントロールボード14側からのヘッドセレクト信号に基づいて、いずれか1つのヘッドを選択して、ライトまたはリードを行う。

【0038】

コントロールボード14には、リードライトLSI26、ハードディスクコン

トローラ (HDC) 28、ホストインタフェース 30、SDRAM 32、MPU 34、フラッシュROM 36 及び VCM/SPM コントローラ 38 が設けられている。

【0039】

このような構成を持つハードディスクドライブ 10 のライト及びリード動作は次のようになる。ホストインタフェース 30 を介して接続している上位装置例えばパーソナルコンピュータからライトコマンドとライトデータを受信すると、転送バッファとして機能する SDRAM 32 にライトデータをバッファした後、ハードディスクコントローラ 28 でライトデータのフォーマットと ECC のためのエンコードを行い、リードチャネルとして機能するリードライト LSI 26 中のライトデータ復調部で復調処理を行った後、ヘッド IC 24 に与えられ、そのとき選択されているヘッドのライトヘッドによりディスク媒体に対する書込みを行う。

【0040】

このときライトコマンドに基づく MPU 34 の指示により、VCM/SPM コントローラ 38 はボイスコイルモータ 18 を駆動して、ヘッドをライトコマンドで指定された媒体位置にシークしてオントラック制御しており、従ってライトコマンドで指定された媒体位置にライトデータの書込みが行われる。

【0041】

ホストインタフェース 30 が上位装置からのリードコマンドを受信すると、MPU 34 によるヘッド IC 24 の選択と、VCM/SPM コントローラ 38 によるボイスコイルモータ 18 のヘッドシークによる位置決めオントラックにより、リードコマンドで指定されたデータの読み出しが行われる。

【0042】

磁気ディスクからの読出し信号は、ヘッド IC 24 でプリ増幅された後、リードライト LSI 26 に内蔵されているリードデータ復調部においてリードデータの復調が行われ、ハードディスクコントローラ 28 で ECC のデコード処理によるエラー検出訂正を行った後、転送バッファとしての SDRAM 32 のバッファを経由して、ホストインタフェース 30 から上位装置にリードデータが転送され

る。

【 0 0 4 3 】

図 3 は図 2 のリードライト L S I の内部構成のブロック図である。図 3 において、ライトデータ変調部 7 5 は、スクランブル回路 4 4、R L L エンコーダ 4 6、プリコーダ 4 8 で構成される。またリードデータ復調部 7 6 は可変利得アンプ (V G A) 5 0、非対称性補正回路 5 2、ローパスフィルタ (L P F) 5 4、A D コンバータ 5 6、F I R フィルタ 5 8、ビタビデコーダ 6 0、R L L デコーダ 6 2 及びデスクランブル回路 6 4 で構成される。

【 0 0 4 4 】

ハードディスクコントローラ 2 8 からの N R Z ライトデータはスクランブル回路 4 4 でランダム化された後、R L L エンコーダ 4 6 で例えば 3 2 / 3 4 R L L 符号に変換され、連続する「0」の数が最小 3 2 で最大 3 4 のデータとなる。

【 0 0 4 5 】

プリコーダ 4 8 は、1 ビット前の磁化反転の影響で次の磁化反転が前方にシフトする非線形シフト (N L T S) を補償するため、ライトデータを予め僅かに移動させる。プリコーダ 4 8 のライトデータは N R Z 符号から N R Z I 符号 (Non-Return-to Zero Interleave 符号) に変換された後にヘッド I C 2 4 内のライトアンプによりデータに対応した記録電流をライトヘッド 4 0 に流し、磁気ディスク媒体に記録される。

【 0 0 4 6 】

磁気ディスク媒体 2 2 に記録されたデータはリードヘッド 4 2 で読み出され、ヘッド I C 2 4 に内蔵したプリアンプで増幅した後、可変利得アンプ 5 0 で読出波形の振幅を一定にし、非対称補正回路 7 4 で読出信号の波形の上下非対称性を補正した後、ローパスフィルタ 7 2 で不要なノイズを除去する。

【 0 0 4 7 】

A D コンバータ 5 6 は V F O 回路 (図示せず) からのクロックにより読出信号をサンプルホールドしてデジタル的なリードデータに変換する。F I R フィルタ 5 8 はパーシャルレスポンスに従ってリードデータを波形等化する。ビタビデコーダ 6 0 は、候補のパスを記憶するパスメモリと、正負交互にデータが反転する

ことにより正しいパスを判定する判定回路で構成され、最尤検出されたリードデータを出力する。

【0048】

RLLデコーダ62は32/34RLL符号を元のNRZデータに変換する。デスクランブル回路64は変調時に対する逆変換としてデスクランブルしたNRZリードデータを生成し、ハードディスクコントローラ28に出力する。

【0049】

図4は、本発明によるリードゲート最適化処理の機能構成のブロック図である。図4において、本発明のリードゲート最適化処理は、MPU34のプログラム制御によりリードゲート最適化部66の機能として実現される。

【0050】

リードゲート最適化部66は、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させながら、リードデータ復調部76により復調されるリードデータのエラーを検出し、検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を判定して、リードゲートを発生するハードディスクコントローラ28のフラッシュROM36に設定する。

【0051】

MPU34に設けたリードゲート最適化部66は、パラメータ設定部68、タイミング調整部70、最適時間判定部74及びエラー検出部72の機能を有する。パラメータ設定部68には、図5に示すようなパラメータテーブル78が格納されている。

【0052】

図5のパラメータテーブル78には、リードゲート信号について予め設定されたデフォルトとしてのリード開始時間TSとリード終了時間TE、更にタイミング調整部70でリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させるための可変量として、この実施形態にあっては「0, +1, +2, +3, +4, -1, -2, -3, -4」で示されるバイト時間が格納されている。

【0053】

このパラメータ設定部68に設定されたリード開始時間TS、リード終了時間

TE 及び可変量に基づき、タイミング調整部 70 はリードゲート最適化のために行われる複数回のテストリード実行ごとに、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を異なる時間に変化させてリードデータ復調部 76 に出力する。

【0054】

ここでタイミング調整部 70 による調整は、リードゲート信号のリード開始時間を可変させる処理と、リードゲート信号のリード終了時間を可変させる処理とを分けて個別に行う。なお、実際のプログラムにあっては、パラメータテーブル 78 のパラメータはプログラム領域の値として確保されている。

【0055】

エラー検出部 72 は、タイミング調整部 70 からのリードゲート信号によるテストリード実行ごとに、リードデータ復調部 76 で復調されたリードデータのエラーを検出する。本発明におけるリードデータのエラー検出方法としては次の 2 つのいずれかを行う。

(1) ビタビデコード 60 におけるビタビ・メトリック・マージン (VMM)

(2) エラーレート

ビタビデコード 60 内部で検出されるビタビ・メトリック・マージンは、内蔵したパスメモリにおいて分岐に失敗したパスの数をカウントしており、比較的短いリードデータにより得られる値であり、より高速にリードデータのエラーを検出することができる。

【0056】

これに対しエラーレートは、ライトデータとリードデータをビット単位に比較して、エラーしたビット数をカウントするもので、エラーレートを正確に検出できるが、ある程度の量のリードデータを必要とするため、ビタビ・メトリック・マージンによるエラー検出に比べ時間がかかることになる。

【0057】

最適時間判定部 74 はエラー検出部 72 により検出された複数回のテストリード実行結果に対するエラーのうち、エラーが最小となるタイミング調整されたリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定し、リ

ードゲート発生部として機能するハードディスクコントローラ 28 の時間発生管理情報として、フラッシュROM 36 にパラメータ設定部 68 を経由して格納する。

【0058】

図6は本発明の磁気ディスク装置におけるリード及びライトのタイミングチャートである。図6 (A) はハードディスクコントローラ 28 から出力されるフォーマット処理が済んだNRZライトデータであり、ギャップ領域GAP 1、パイロット領域PLO、サーボ膜領域SM1、データ領域Data、エラー検出修正領域ECC、パッド領域PAD及びギャップ領域GAP 2で構成される。

【0059】

このNRZライトデータは図6 (B) のライトゲート信号に基づき、図6 (C) のように媒体に書き込まれる。ここで、媒体書込データのパイロット部PLOにはエンコードディレイ $\tau d 1$ が生じ、またデータ領域Dataについてもエンコードディレイ $\tau d 2$ が生じている。

【0060】

リード動作は、図6 (D) のセクタパルスを基準に所定のリード開始時間TSとリード終了時間TEにより図6 (E) のリードゲート信号が発生され、リードゲート信号によるリード動作の実行で、図6 (F) のようなフォーマットを持つNRZリードデータがハードディスクコントローラ 28 に出力される。

【0061】

図7は、図4のリードゲート最適化部66の処理で作成されてハードディスクコントローラ 28 によるリードゲート信号発生のためにフラッシュROM 36 に設定されるリードゲート時間テーブルの説明図である。

【0062】

このリードゲート時間テーブル80にあっては、ヘッド番号と媒体のゾーン番号により分けて、リードゲート信号最適化処理で得られたリード開始時間及びリード終了時間を格納している。またリード開始時間及びリード終了時間は、図5のパラメータテーブル78に示したデフォルトとしてのリード開始時間TS及びリード終了時間TEに最適化処理でタイミング調整された可変量としてのバイ

ト時間を加算または減算した値として格納している。

【0063】

図8は、図4のリードゲート最適化部66でリード開始時間を変化させて最適値を判定する際に検出されたエラーレートの説明図である。図4のリードゲート最適化部66にあっては、図5に示したパラメータテーブル78のようにリード開始時間TSの可変量として0，+1～+4，-1～-4の設定値を含む9つのリード開始時間の変化によるタイミング調整を行っており、それぞれのタイミング調整時間によって得られたエラーレート、即ち縦軸に示すエラー回数を折れ線として、例えば特性曲線82，84のような2つを例に取っている。

【0064】

まず特性曲線82は設定値によるリードゲート開始時間が最適な場合であり、設定値を中心とした+1～+4バイト及び-1～-4バイトの各バイト時間の調整に対し、-3～+3バイトの範囲でエラーカウントが設定値の場合とほぼ同じ最小値を示している。このため設定値としてのリードゲート開始時間は、エラーが最小であると同時に、時間的に見た前後について十分なタイミングマージンを持つことから、安定した値ということができる。

【0065】

これに対し特性曲線84は、デフォルトとしての設定値によるリードゲート開始時間が最適でない場合であり、エラーカウントの最小値は設定値に対し+側となる+1，+2，+3バイトの各バイト時間で得られている。この場合には、エラーカウントを最小とし且つ左右に十分なマージンを持たせるため、リードゲート開始時間の最適値を+2バイトとし、設定値の時間に対し後ろ側に持っていけばよい。

【0066】

このようなエラーカウントに基づくリードゲート開始時間をエラーカウントの最小値で且つマージンも十分に取れるようにする最適値の判定は、エラーゲート終了時間についても同様に行われる。またエラーカウントの代わりにビタビデコード内で得られるビタビ・メトリック・マージンについて、マージンが最大となる最適時間、即ちバスメモリの分岐失敗数が最小となる時間で且つマージン

を十分に持つ時間を最適時間として判定する。

【0067】

図9は、本発明によるリードゲート最適化処理のフローチャートであり、この処理手順が図4におけるMPU34のプログラムの内容を表わしている。ここで図9のリードゲート最適化処理は、磁気ディスク装置における例えば次のタイミングで実行される。

- (1) パワーオンスタート時にリードゲート最適化処理を実行
- (2) パワーオンスタート時にリードゲート最適化処理を実行した後、所定のタイムスケジュールに従ってリードゲート最適化処理をその後実行
- (3) 磁気ディスク装置の内部温度などの環境条件の変化を検出したときにリードゲート最適化処理を実行

また磁気ディスク装置の運用中にリードゲート最適化処理を実行する際には、リードライト動作が行われていないアイドル状態で実行することになる。

【0068】

更に本発明のリードゲート最適化処理にあつては、磁気ディスク媒体のゾーンごとに実行するが、この場合、まず選択したゾーンの所定の位置にテストデータを書き込んだ後に、テストリードを実行しながらリードゲート最適化処理を行うことになる。

【0069】

リードゲート最適化処理に使用するテストデータとしては、ユーザデータをそのまま使用することも可能であるが、ユーザデータの破損などを回避するためには、専用のテストデータの領域を割り付け、ここにテストデータを書き込んでテストリードすることが望ましい。図9のリードゲート最適化処理の手順は次のようになる。

【0070】

ステップS1：ヘッド番号H=0、ゾーン番号Z=0に初期化する。

ステップS2：ヘッド番号H=0のヘッドを選択し、ゾーン番号Z=0にヘッドをシークしてオントラックする。

ステップS3：リード開始時間の最適化処理を実行する。

ステップS4：リード終了時間の最適化処理を実行する。

ステップS5：最終ゾーンか否か判別し、最終ゾーンでなければステップS6に進む。最終ゾーンであればステップS7に進む。

ステップS6：ゾーン番号Zを1つ増加して、ステップS2に戻る。

ステップS7：最終ヘッドか否か判別し、最終ヘッドでなければステップS8に進み、最終ヘッドであればステップS9に進む。

ステップS8：ヘッド番号Hを1つ増加し、且つゾーン番号を $Z=0$ に初期化した後、ステップS2に戻る。

ステップS9：調整結果として得られた図7のようなリードゲート時間テーブル80をハードディスクコントローラ28側のフラッシュROM36に格納する。

【0071】

図10は、図9のステップS3におけるリード開始時間最適化処理のフローチャートであり、次の処理手順に従って行われる。なお、このフローチャートにあつては、エラーとしてビタビ・メトリック・マージンを測定した場合を例に取っている。

【0072】

ステップS1：リード開始時間のデフォルト値TSをセットし、リード終了時間TEは固定とする。

ステップS2：テストデータのリードを調整されたリード開始時間と固定のリード終了時間を持つリードゲート信号の発生により実行する。

ステップS3：ビタビデコーダ60内のビタビ・メトリック・マージンを測定する。

ステップS4：+バイト時間によるオフセットが終了したか否かチェックし、終了していなければステップS5に進み、終了していればステップS6に進む。

ステップS5：リード開始時間TSを $(TS+1)$ として1バイト遅くする。

ステップS6：リード開始時間の-オフセットが終了したか否か判別する。終了していなければステップS7に進み、終了していればステップS8に進む。

ステップS7：リード開始時間TSを $(TS+1)$ として1バイト早める。

ステップS8：測定されたビタビ・メトリック・マージンから最適開始時間を判

定する。

ステップ S 9：リード開始時間が変更か否か判別し、変更がなければ処理を終了し、変更があればステップ S 1 0 に進む。

ステップ S 1 0：変更したリード開始時間をテーブルに保存する。

【 0 0 7 3 】

図 1 1 は、図 9 のステップ S 4 におけるリード終了時間最適化処理のフローチャートである。このリード終了時間最適化処理の処理手順は基本的に図 1 0 のリード開始時間最適化処理と同じであり、図 1 0 におけるリード開始時間 T S をリード終了時間 T E と読み替えればよい。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 1：リード終了時間のデフォルト値 T E をセットし、リード開始時間 T S は固定とする。

ステップ S 2：テストデータのリードを固定のリード開始時間と調整されたリード終了時間を持つリードゲート信号の発生により実行する。

ステップ S 3：ビタビデコード 6 0 内のビタビ・メトリック・マージンを測定する。

ステップ S 4：+バイト時間によるオフセットが終了したか否かチェックし、終了していなければステップ S 5 に進み、終了していればステップ S 6 に進む。

ステップ S 5：リード終了開始時間 T S を $(T S + 1)$ として 1 バイト遅くする。

ステップ S 6：リード終了時間の - オフセットが終了したか否か判別する。終了していなければステップ S 7 に進み、終了していればステップ S 8 に進む。

ステップ S 7：リード終了時間 T S を $(T S + 1)$ として 1 バイト早める。

ステップ S 8：測定されたビタビ・メトリック・マージンから最適終了時間を判定する。

ステップ S 9：リード終了時間が変更か否か判別し、変更がなければ処理を終了し、変更があればステップ S 1 0 に進む。

ステップ S 1 0：変更したリード終了時間をテーブルに保存する。

【 0 0 7 5 】

なお上記の実施形態にあつては、リードゲート信号におけるリード開始時間とリード終了時間の両方をタイミング調整により最適化しているが、リード開始時間のみをタイミング調整して最適化する実施形態であってもよいし、リード終了時間のみのタイミング調整して最適化する処理であってもよい。

【0076】

また本発明は上記の実施形態に限定されず、その目的と利点を損なうことのない適宜の変形を含む。更に本発明は上記の実施形態に示した数値による限定は受けない。

ここで本発明の特徴を列挙すると次の付記のようになる。

【0077】

(付記)

(付記1)

セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、
前記リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部と、
を備えた磁気ディスク装置に於いて、
前記リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させながら前記データ復調部により復調されるリードデータのエラーを検出し、検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を判定して前記リードゲート発生部に設定するリードゲート最適化部を設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。(1)

【0078】

(付記2)

付記1記載の磁気ディスク装置に於いて、前記リードゲート最適化部は、
複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整部と、
前記タイミング調整部からリードゲート信号によりテストリード実行毎に前記データ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出部と、

前記エラー検出部により検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定部と、
を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。(2)

【0079】

(付記3)

付記2記載の磁気ディスク装置に於いて、
前記タイミング調整部は、前記リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間とを個別に変化させ、
前記最適時間判定部は、前記エラー検出部により検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を個別に判定して前記リードゲート発生部に設定することを特徴とする磁気ディスク装置。

【0080】

(付記4)

付記2記載の磁気ディスク装置に於いて、前記タイミング調整部は、前記リード開始時間及びリード終了時間を、デフォルト値を中心に前後に所定時間単位で変化させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0081】

(付記5)

付記2記載の磁気ディスク装置に於いて、前記タイミング調整部は、前記リード開始時間及びリード終了時間を、デフォルト値を中心に前後にリードデータの1バイト時間単位で変化させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0082】

(付記6)

付記2記載の磁気ディスク装置に於いて、
前記エラー検出部は、前記リードデータのエラーとして、前記データ復調部に設けたビタビ判定部のビタビ・メトリック・マージンを検出し、
前記最適時間判定部は、検出されたビタビ・メトリック・マージンが最大となるリード開始時間及びリード終了時間を判定して前記リードゲート発生部に設定

することを特徴とする磁気ディスク装置。

【0083】

(付記7)

付記1記載の磁気ディスク装置に於いて、
前記エラー検出部は、前記データ復調部により復調されるリードデータのエラーレートを検出し、
前記最適時間判定部は、検出されたエラーレートが最小となるリード開始時間及びリード終了時間を判定して前記リードゲート発生部に設定することを特徴とする磁気ディスク装置。

【0084】

(付記8)

付記1記載の磁気ディスク装置に於いて、パワーオンスタート時に、前記リードゲート最適化部を動作させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0085】

(付記9)

付記1記載の磁気ディスク装置に於いて、所定のタイムスケジュールに従って前記リードゲート最適化部を動作させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0086】

(付記10)

付記1記載の磁気ディスク装置に於いて、装置内部温度等の環境条件の変化を検出した際に前記リードゲート最適化部を動作させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0087】

(付記11)

付記1記載の磁気ディスク装置に於いて、複数の読出ヘッドを備えた場合、各ヘッド単位に前記リードゲート最適化部を動作させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0088】

(付記12)

付記 1 記載の磁気ディスク装置に於いて、媒体をゾーン分割した場合、各ゾーン単位に前記リードゲート最適化部を動作させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【0089】

(付記 13)

セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、前記リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部とを備えた磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整ステップと、前記タイミング調整ステップで出力されたリードゲート信号によりテストリード実行毎に前記データ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出ステップと、前記エラー検出ステップにより検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定ステップと、を備えたことを特徴とする磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法。(3)

【0090】

(付記 14)

付記 13 記載の磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、前記タイミング調整ステップは、前記リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間とを個別に変化させることを特徴とする磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法。

【0091】

(付記 15)

付記 13 記載の磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、前記タイミング調整ステップは、前記リード開始時間及びリード終了時間を、デフォルト値を中心に前後に所定時間単位で変化させることを特徴とする磁気ディスク装

置のリードゲート最適化方法。

【0092】

(付記16)

付記13記載の磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、前記タイミング調整ステップは、前記リード開始時間及びリード終了時間を、デフォルト値を中心に前後にリードデータの1バイト時間単位で変化させてエラーを検出することを特徴とする磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法。

【0093】

(付記17)

付記1記載の磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、
前記エラー検出ステップは、前記リードデータのエラーとして、前記データ復調部に設けたビタビ判定部のビタビ・メトリック・マージンを検出し、
前記最適時間判定ステップは、検出されたビタビ・メトリック・マージンが最大となるリード開始時間及びリード終了時間を判定して前記リードゲート発生部に設定することを特徴とする磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法。

【0094】

(付記18)

付記1記載の磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法に於いて、
前記エラー検出ステップは、前記データ復調部により復調されるリードデータのエラーレートを検出し、
前記最適時間判定ステップは、検出されたエラーレートが最小となるリード開始時間及びリード終了時間を判定して前記リードゲート発生部に設定することを特徴とする磁気ディスク装置のリードゲート最適化方法。

【0095】

(付記19)

セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号を発生するリードゲート発生部と、前記リードゲート信号に基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生するデータ復調部とを備えた磁気ディスク装置内蔵のコンピュータに、

複数回のテストリード実行毎に、リードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を変化させて前記データ復調部に出力するタイミング調整ステップと、前記タイミング調整ステップで出力されたリードゲート信号によりテストリード実行毎に前記データ復調部で復調されたリードデータのエラーを検出するエラー検出ステップと、
前記エラー検出ステップにより検出された複数のエラーの内、エラーが最小となるリードゲート信号のリード開始時間とリード終了時間を最適時間として判定して前記リードゲート発生部に設定する最適時間判定ステップと、
を実行させることを特徴とするプログラム。(5)

【0096】

【発明の効果】

以上説明してきたように本発明によれば、リードゲートのリード開始時間の最適化を行うことで、媒体から読み出されたデータを対象に正しくリード動作を実行することができ、エラーの少ないデータ読出しを実現することができる。

【0097】

また、リード終了時間について最適化を行うことにより、媒体に書かれたデータを末尾まで確実にリードすることができ、この結果、パイプライン処理によりリード処理がパイプラインなしの時に比べて早く終わっている場合にも、媒体のデータを正しい位置までリードすることができ、パッド部以降に書かれていないゴミデータを読むことがなくなり、ECCにおけるミスコレクションを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の原理説明図

【図2】

本発明が適用される磁気ディスク装置のブロック図

【図3】

図 2 のリードライト L S I の内部構成のブロック図

【図 4】

本発明によるリードゲート最適化処理の機能構成のブロック図

【図 5】

図 4 のパラメータ設定部に保持されるパラメータテーブルの説明図

【図 6】

本発明におけるライト及びリードのタイミングチャート

【図 7】

図 4 のリードゲート最適化処理により生成されるリードゲート時間テーブルの説明図

【図 8】

本発明でリード開始時間を変化させたときのエラーレートの説明図

【図 9】

本発明のリードゲート最適化処理のフローチャート

【図 1 0】

図 9 におけるリード開始時間最適化処理のフローチャート

【図 1 1】

図 9 におけるリード終了時間最適化処理のフローチャート

【符号の説明】

- 1 0 : ハードディスクドライブ (HDD)
- 1 2 : ディスクエンクロージャ
- 1 4 : コントロールボード
- 1 6 : スピンドルモータ (SPM)
- 1 8 : ボイスコイルモータ (VCM)
- 2 0, 2 0 - 1, 2 0 - 2 : 磁気ディスク媒体
- 2 2 - 1 ~ 2 2 - 4 : ヘッド
- 2 4 : ヘッド IC
- 2 6 : リードライト L S I

28：ハードディスクコントローラ (HDC)

30：ホストインタフェース

32：SDRAM

34：MPU

36：フラッシュROM

38：VCM/SPMコントローラ

40：ライトヘッド

42：リードヘッド

44：スクランブル回路

46：RLLEncoder

48：プリコーダ

50：可変利得アンプ (VGA)

52：非対称性補正回路

54：ローパスフィルタ (LPF)

56：ADコンバータ

58：有限長フィルタ (FIRフィルタ)

60：ビタビデコーダ

62：RLLEDecoder

64：デスクランブル回路

66：リードゲート最適化部

68：パラメータ設定部

70：タイミング調整部

72：エラー検出部

74：最適時間判定部

75：ライトデータ変調部

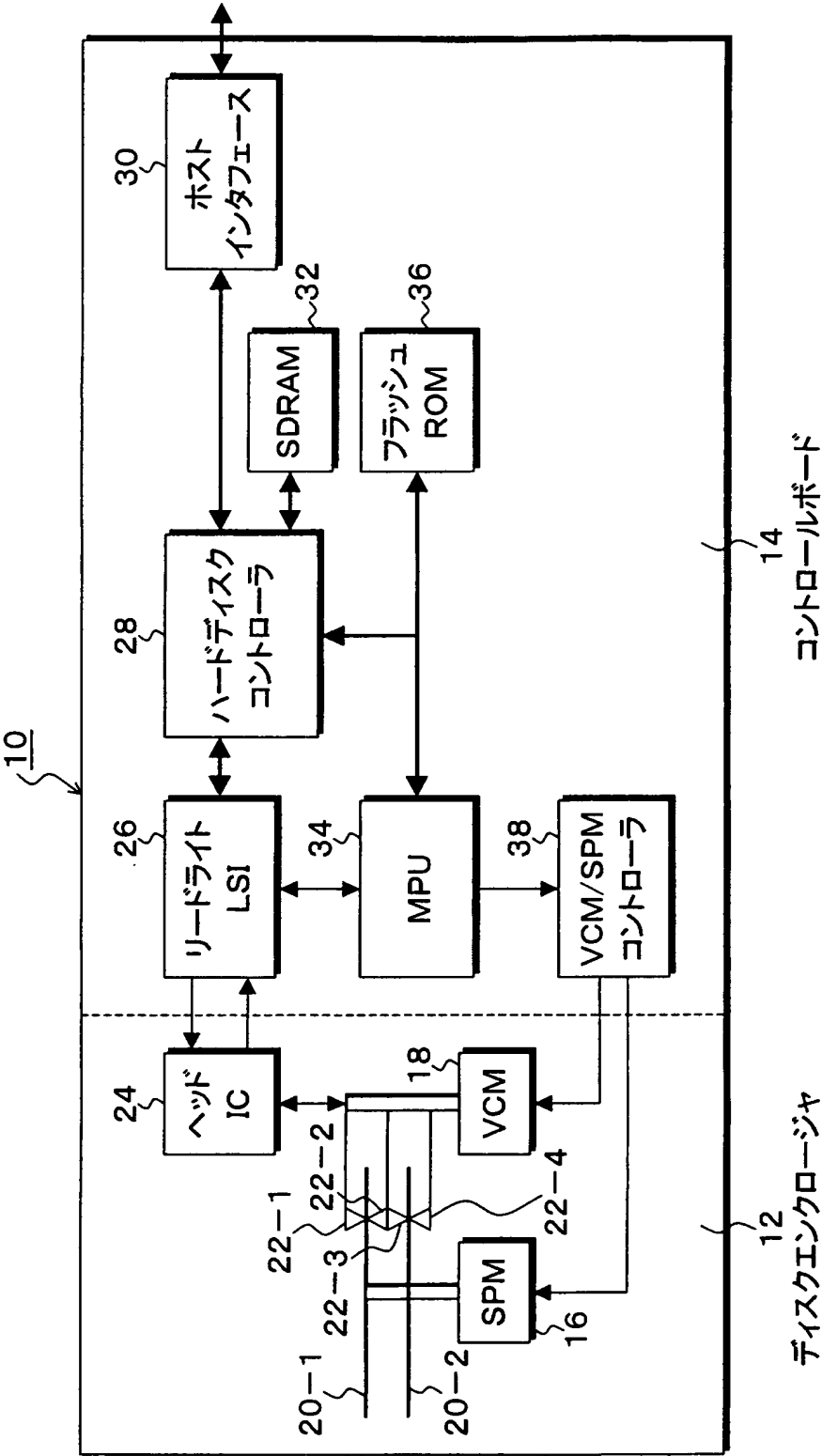
76：リードデータ復調部

78：パラメータテーブル

80：リードゲート時間テーブル

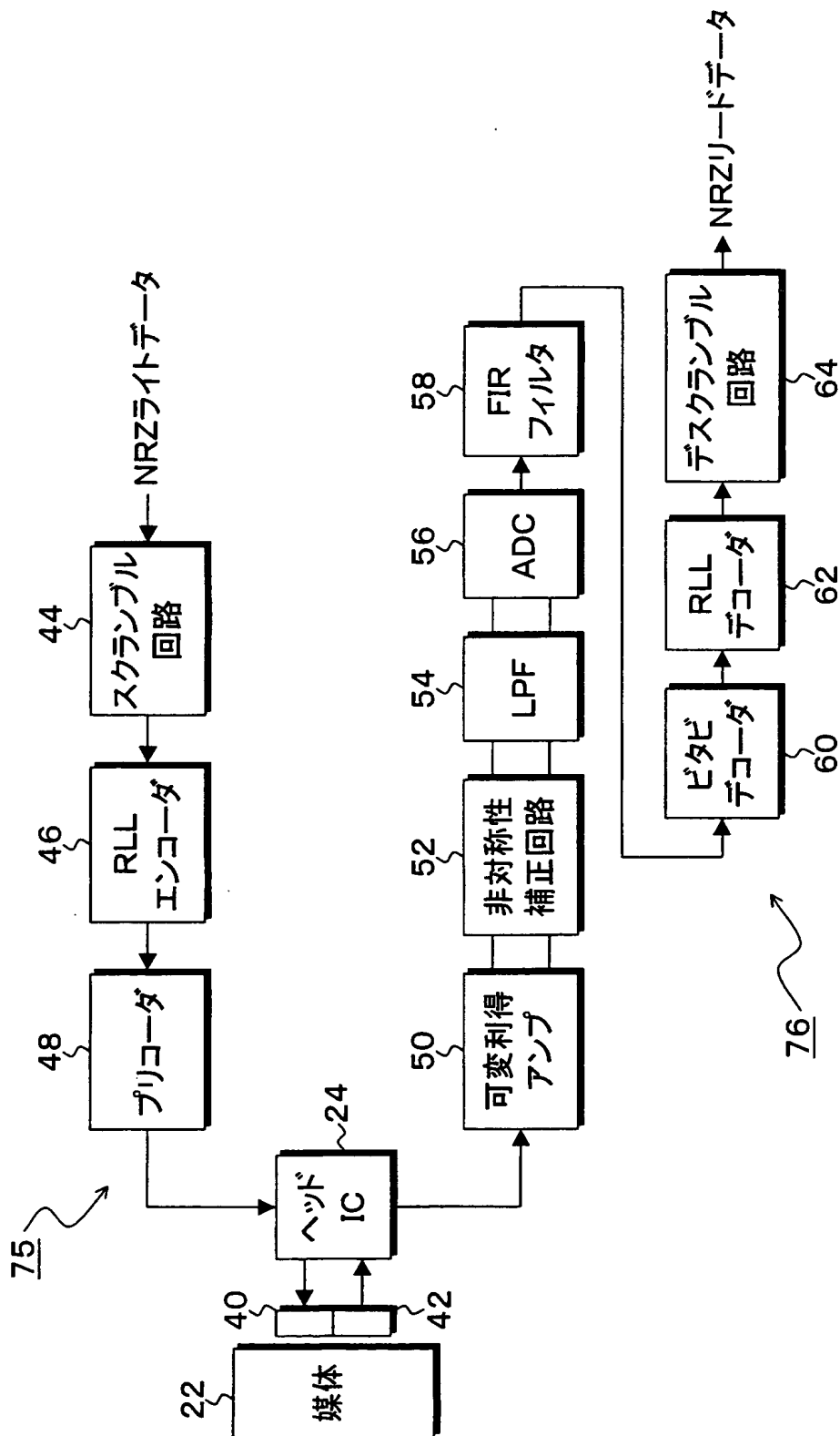
【図 2】

本発明が適用される磁気ディスク装置のブロック図



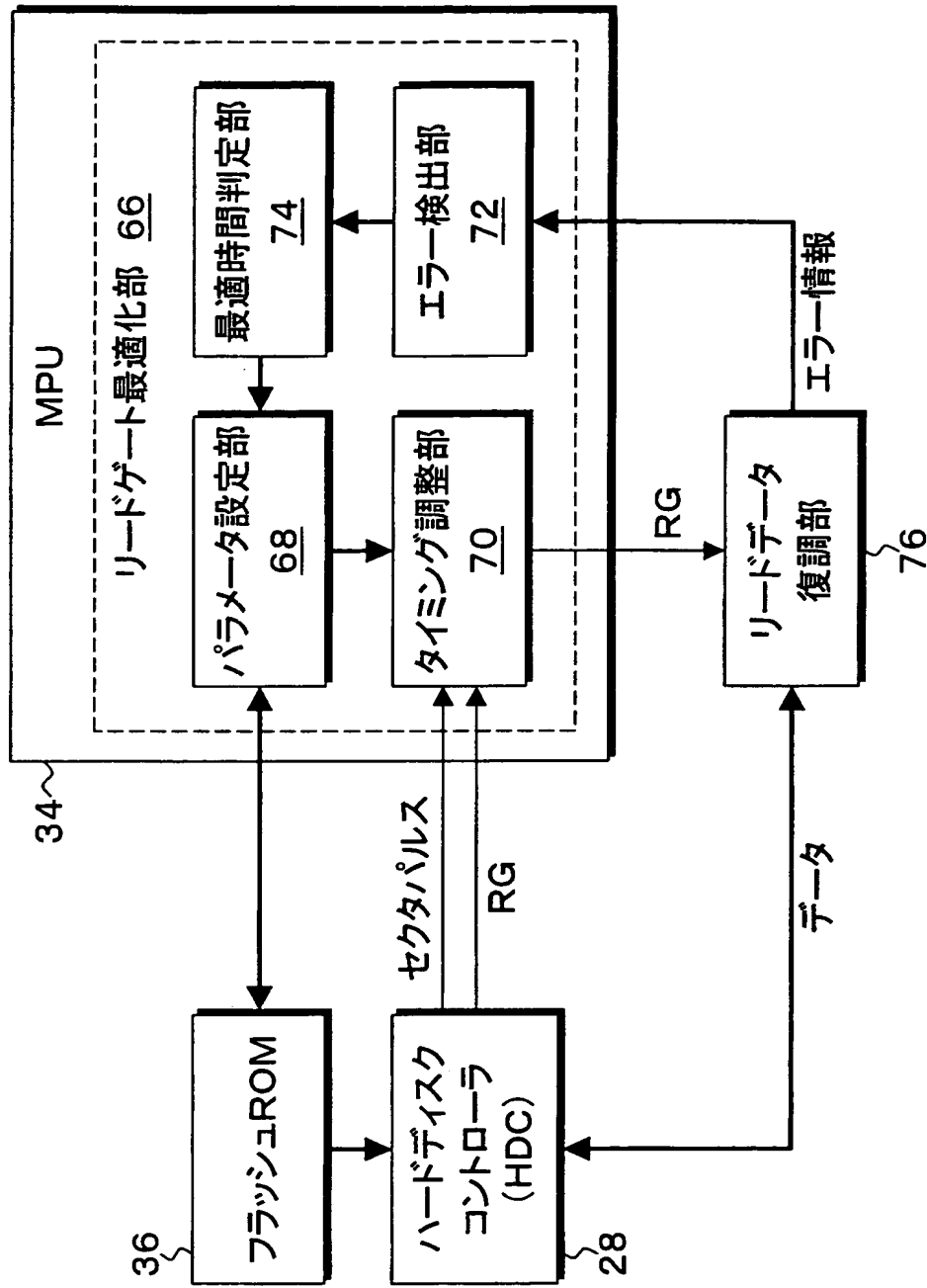
【図 3】

図2のリードライトLSIの内部構成のブロック図



【図 4】

本発明によるリードゲート最適化処理の機能構成のブロック図



【図 5】

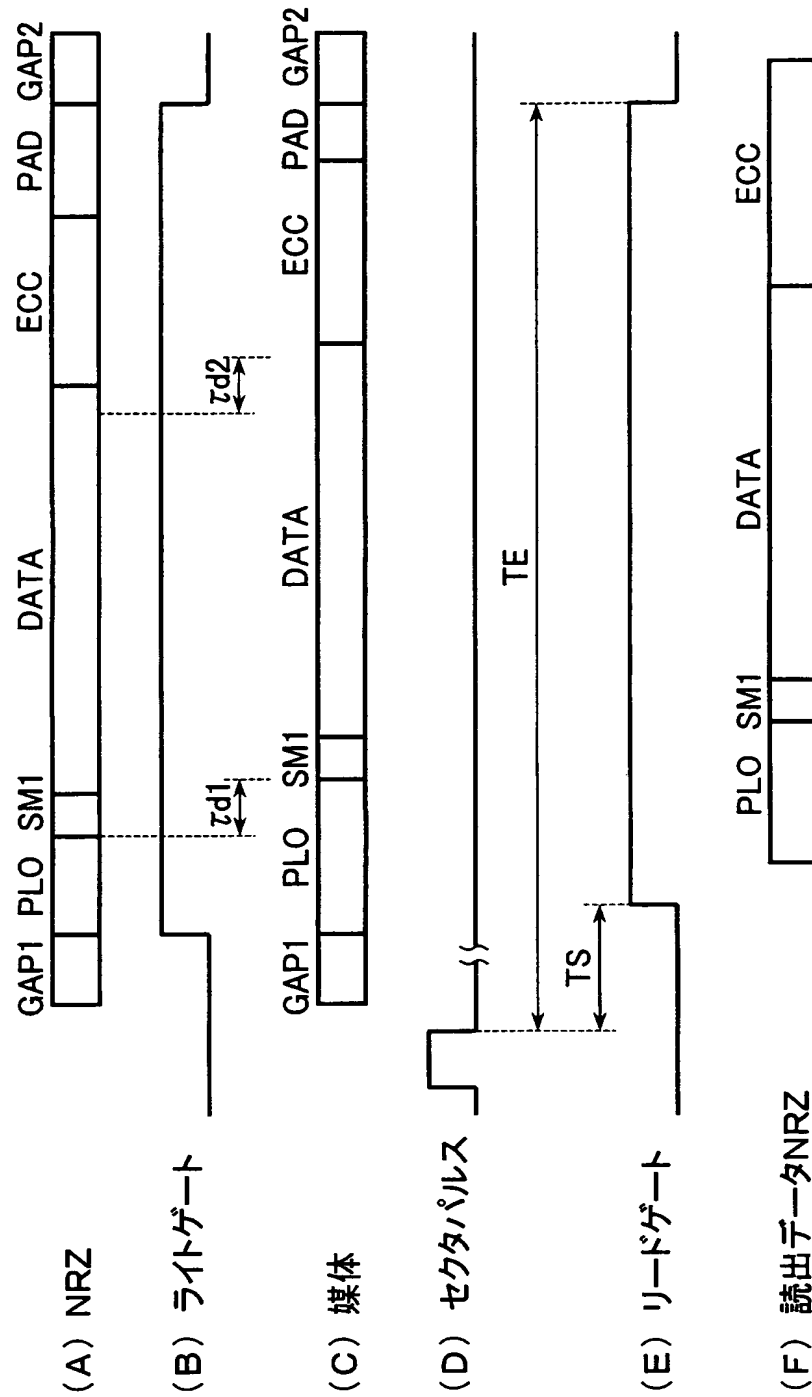
図4のパラメータ設定部に保持されるパラメータテーブルの説明図

78
↓

リード開始時間	TS
リード終了時間	TE
可変量(バイト時間)	0,+1,+2,+3,+4,-1,-2,-3,-4

【図 6】

本発明におけるライト及びリードのタイミングチャート



【図 7】

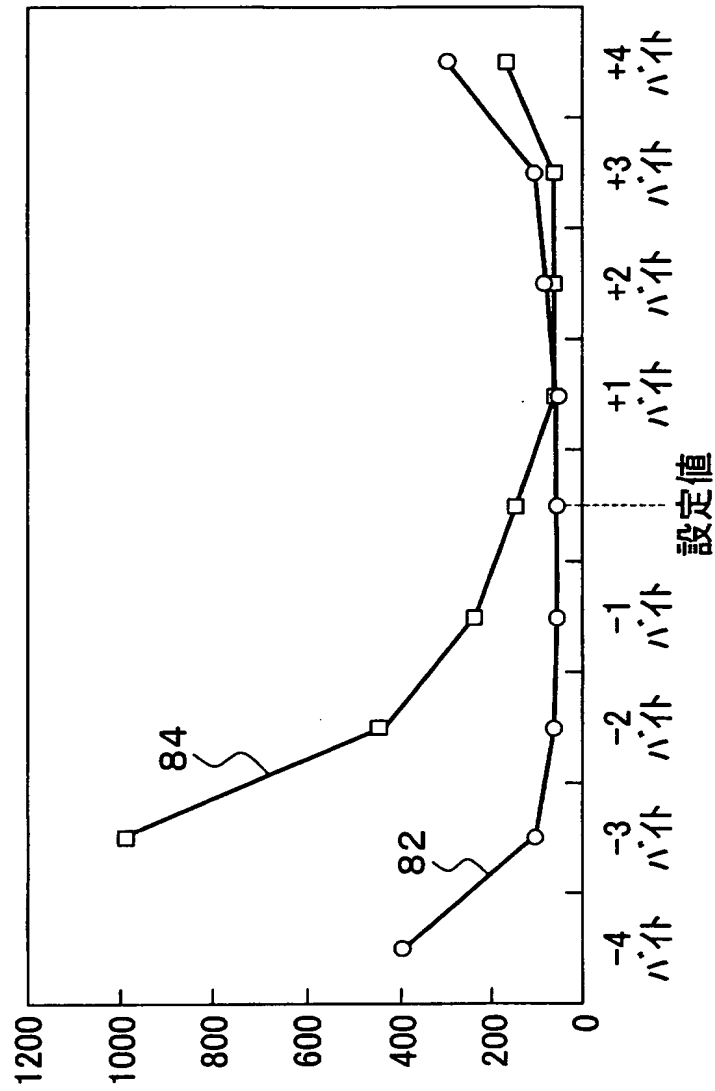
図4のリードゲート最適化処理により生成されるリードゲート時間
テーブルの説明図

80
↓

ヘッド番号	ゾーン番号	リード開始時間	リード終了時間
H1	Z1	TS+1	TE
	Z2	TS	TE-1
	Z3	TS-1	TE+1
	Z4	TS	TE
	Z5	TS+2	TE
	:	:	:
	Zn	TS	TE+1
H2	Z1	TS	TE
	Z2	TS+1	TE
	Z3	TS	TE+1
	Z4	TS	TE
	Z5	TS-1	TE-2
	:	:	:
	Zn	TS	TE
~~~~~			
Hn	Z1	TS	TE+1
	Z2	TS	TE
	Z3	TS-2	TE
	Z4	TS-1	TE-1
	Z5	TS	TE
	:	:	:
	Zn	TS	TE

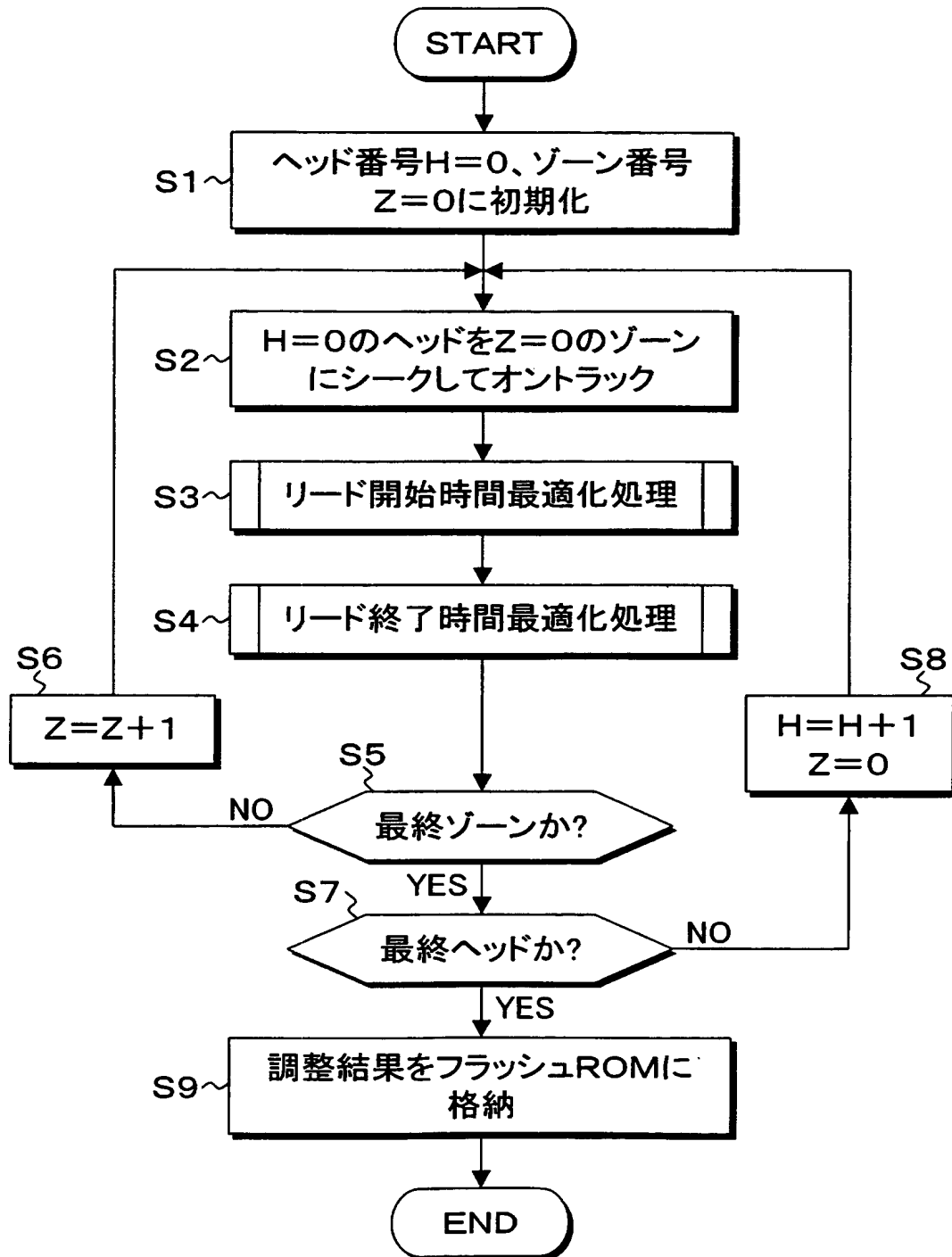
【図 8】

本発明でリード開始時間を変化させたときのエラーレートの説明図



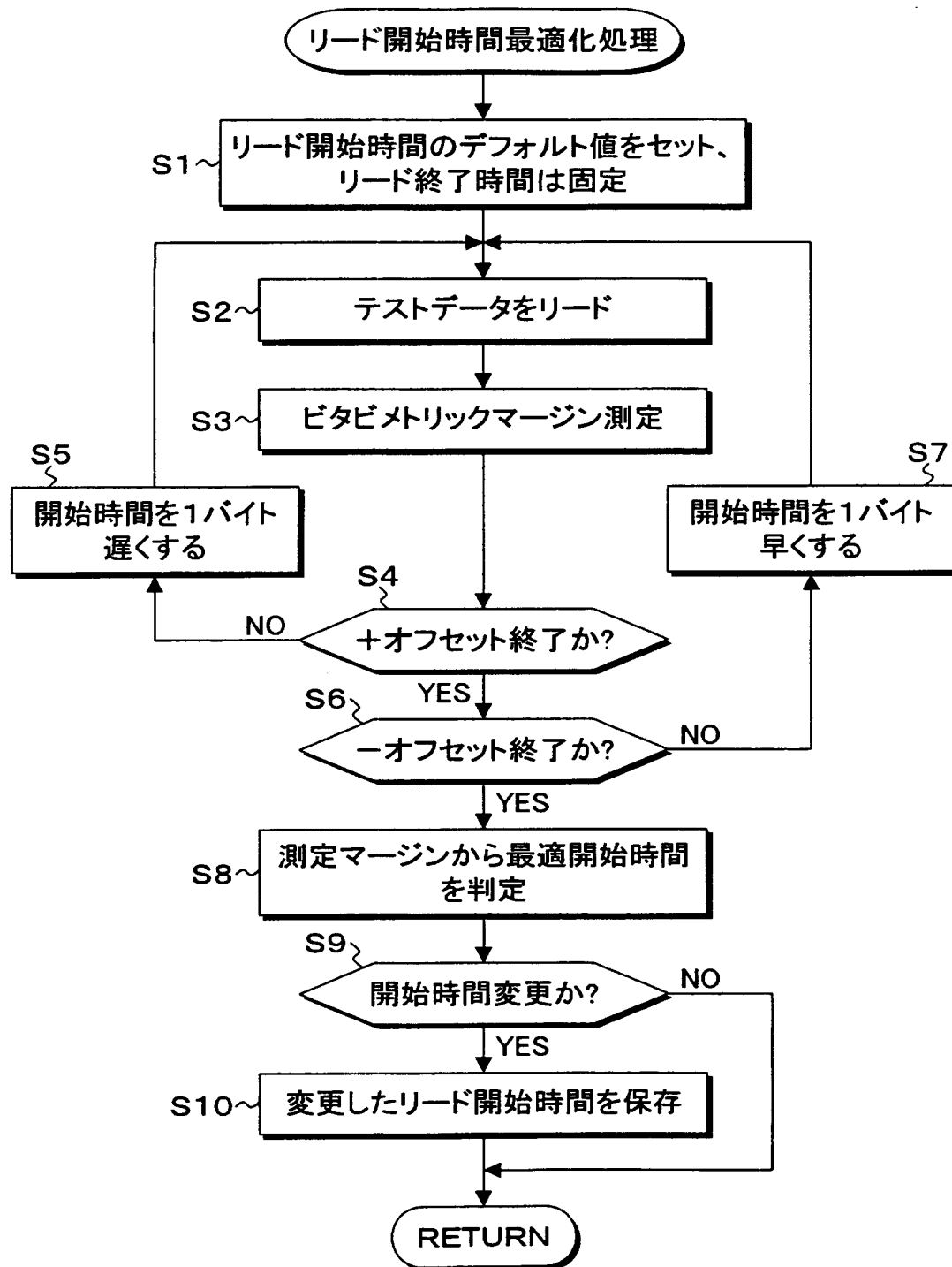
【図 9】

## 本発明のリードゲート最適化処理のフローチャート



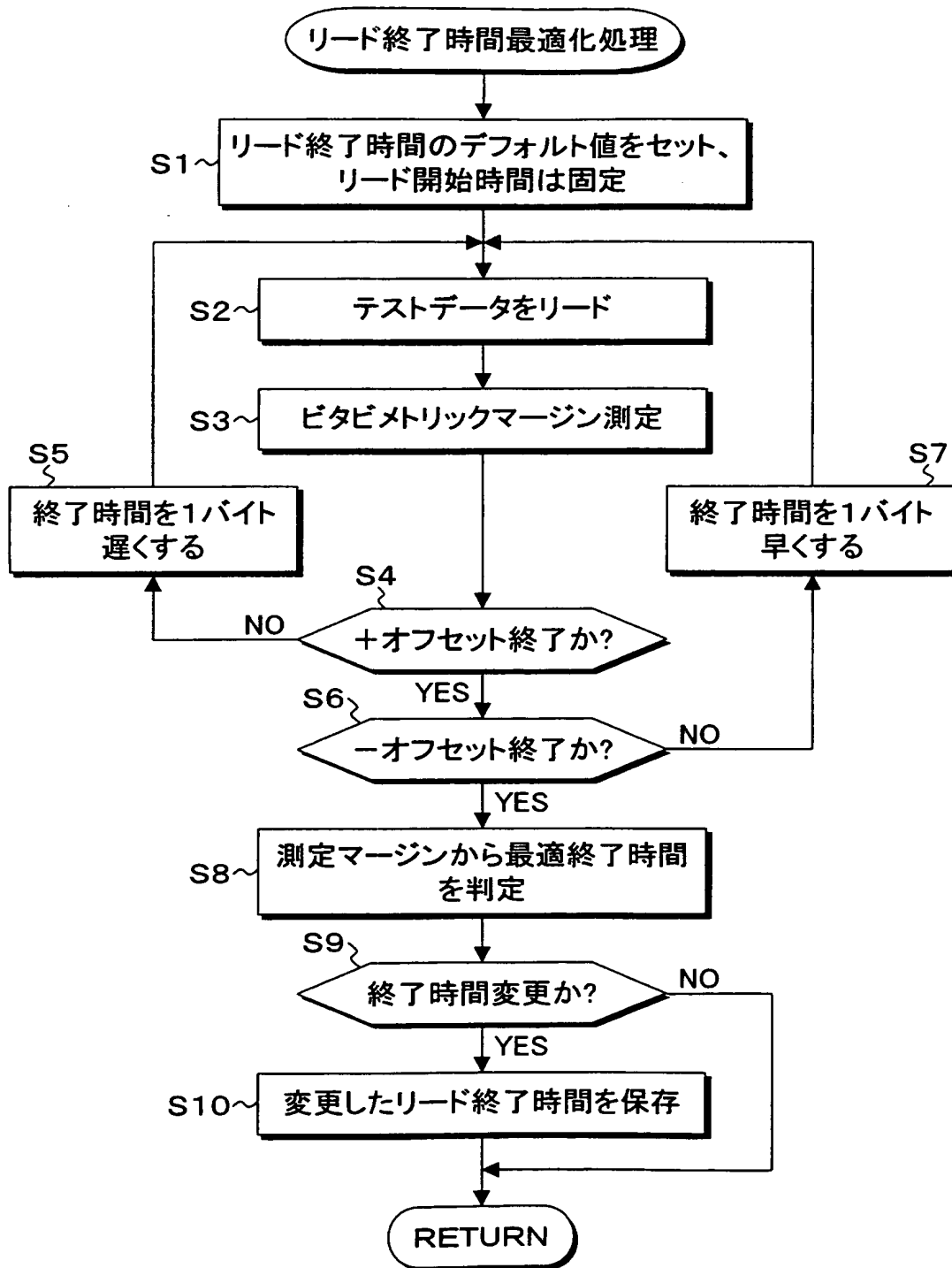
【図10】

図9におけるリード開始時間最適化処理のフローチャート



【図 11】

図9におけるリード終了時間最適化処理のフローチャート



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** リード実行時間を最適化してエラーの少ない読出しを可能とする。

**【解決手段】** ハードディスクコントローラ 2 8 は、セクタパルスを基準に設定された所定のリード開始時間とリード終了時間をもつリードゲート信号RGを発生する。リードデータ復調部 7 6 はリードゲート信号RGに基づくリード実行により媒体の読出信号からリードデータを再生する。リードゲート最適化部 6 6 は、リードゲート信号 R G のリード開始時間とリード終了時間を変化させながらリードデータ復調部 7 6 により復調されるリードデータのエラーを検出し、検出されたエラーが最小となるリード開始時間とリード終了時間を判定してリードゲート発生部に設定する。

**【選択図】** 図 1



特願 2 0 0 3 - 1 3 6 8 6 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年    3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社